

文章编号: 1000-3142(2000)04-0317-04

## 萝卜营养生长期超氧化物歧化酶活性 和丙二醛含量的变化

张文玲, 王林嵩, 马剑敏, 王琳, 徐存拴

(河南师范大学生命科学学院, 河南新乡 453002)

**摘要:** 研究了不同品种萝卜营养生长期其超氧化物歧化酶 (SOD, EC1.15.1.1) 活性及丙二醛 (MDA) 含量的变化。结果表明: 不同品种萝卜及同一品种萝卜在不同营养生长期其 SOD 活性存在较大差异, SOD 活性随叶龄的增大而升高, 40 d 时达最大峰值, 随后下降; MDA 含量在叶片展开后 40 d 内缓慢上升, 此后明显升高。SOD 活性低的萝卜品种其丙二醛含量高, 萝卜肉质根的 SOD 活性高于叶片的 SOD 活性。说明萝卜营养生长期存在活跃的活性氧代谢, SOD 活性降低可能是引起 MDA 含量升高的原因之一。

**关键词:** 萝卜; 超氧化物歧化酶; 丙二醛; 营养生长期

中图分类号: Q949.71-8.230.6 文献标识码: A

## Changes of superoxide dismutase activities and MDA contents in radish during vegetative growth period

ZHANG Wen-ling, WANG Lin-song, MA Jian-min,  
WANG Lin, XU Cun-shuan

(College of Life Sciences, Henan Normal University, Xinxiang 453002, China)

**Abstract:** The changes of superoxide dismutase (SOD, EC 1.15.1.1) activities and MDA contents in different varieties of radish during vegetative growth period were studied. The results indicated that there were great differences in SOD activities among different varieties of radish or different growth stages in the same variety of radish. SOD activity increased gradually and reached peak value when leaf in star was 40 days and then decreased; MDA contents increased slowly within 40 days after leaf developing and then increased evidently. The variety of radish with high SOD activity had low MDA con-

收稿日期: 1999-08-02

作者简介: 张文玲 (1975-), 女, 在读硕士研究生, 生物化学专业。

基金项目: 河南省计委科技攻关项目 (编号: 971150111)

tent. SOD activities were higher in radish root than that in radish leaf. These suggested that the active oxygen metabolism in radish during vegetative growth period was active and SOD activity decreasing may be one reason of increase in MDA content.

**Key words:** Radish; superoxide dismutase; MDA; vegetative growth period

自由基生物学是当前生物科学和医学的热点。生物有氧代谢过程中,植物细胞能通过多种途径如分子氧单电子还原过程、某些酶催化过程和某些生物物质自动氧化过程产生活性氧自由基。这些活性氧与DNA、蛋白质与膜脂类反应,造成膜结构和细胞器的伤害,加速机体衰老、甚至诱发基因突变和致畸。超氧化物歧化酶(SOD, EC 1.15.1.1)是有机体的一种主要保护酶,与植物逆境诱导或有氧代谢过程产生的活性氧清除有关,丙二醛(MDA)含量变化是广泛应用的膜脂过氧化指标之一。因此,研究膜脂过氧化产物丙二醛(MDA)含量及SOD活性在植物营养生长期中的变化具有重要意义。本文对不同品种萝卜营养生长期其SOD活性和丙二醛含量的变化进行了探讨,以了解萝卜叶片的功能期及SOD在萝卜营养生长期及叶片衰老中的作用。

## 1 材料和方法

### 1.1 实验材料

实验材料为地黄英(DHY)、丰光(FG)、501(WLY)、和心理美(XLM)、萝卜(*Raphanus sativus* L. var. *longpinnatus* Bailey),种植于河南师范大学生物园中。当叶片展开后每隔20 d进行采样检测,从8月30日到11月18日共检测5次,501萝卜由于营养生长期短,只检测4次。每次每个品种随机取5个样品,每个样重复检测3次。

### 1.2 粗酶液的提取

将萝卜肉质根及其叶子分别用粉碎机初步粉碎(以不出汁为度)后,准确称取萝卜肉质根及其叶子鲜重各15 g,加适量石英砂充分研磨后,在4 °C下,以4 000 r/min离心30 min,取上清液分装后-20 °C贮存备用。

### 1.3 SOD活性测定

SOD活性测定参照邓碧玉<sup>[1]</sup>方法,酶活性单位采用抑制光化还原50%为一个活性单位。

### 1.4 可溶性蛋白含量测定

参照Bradford<sup>[2]</sup>的方法,以牛血清白蛋白作标准曲线。

### 1.5 丙二醛含量测定

丙二醛含量测定采用硫代巴比妥酸(TBA)比色法<sup>[3]</sup>。

## 2 结果

### 2.1 不同品种萝卜营养生长期SOD活性变化

不同品种萝卜营养生长期其SOD活性存在较大差异,地黄英酶活性最低,心理美酶活性最高;同一品种在不同营养生长期SOD活性也存在差异,叶片展开后40 d内SOD活性(Unit g<sup>-1</sup> FW)及其比活(Unit mg<sup>-1</sup> protein)均逐渐升高,此后明显下降,尤其叶片展开80 d以后,酶活性迅速下降;同一品种在同一营养生长期萝卜的不同部位SOD活性也有差异,肉质根中SOD活性高于叶片的SOD活性(表1、2、3、4)。

表 1 不同品种萝卜营养生长期其肉质根 SOD 活性变化 ( $\bar{X} \pm SD$ )  
Table 1 Change of SOD activities of (Unit  $g^{-1}$  FW) in different varieties of radish roots during vegetative growth period

品种 Variety	叶龄 Leaf age (d)				
	20	40	60	80	100
心里美	163.71 $\pm$ 5.01	173.92 $\pm$ 2.87	142.38 $\pm$ 2.73	107.90 $\pm$ 1.34	38.61 $\pm$ 0.67
501	146.19 $\pm$ 2.30	154.04 $\pm$ 3.41	137.87 $\pm$ 4.48	94.39 $\pm$ 0.55	—
丰光	125.35 $\pm$ 2.16	138.71 $\pm$ 1.36	114.28 $\pm$ 0.54	65.67 $\pm$ 0.30	34.50 $\pm$ 0.62
地黄英	133.68 $\pm$ 2.63	133.24 $\pm$ 1.37	110.80 $\pm$ 2.24	64.31 $\pm$ 0.19	25.66 $\pm$ 0.18

表 2 不同品种萝卜营养生长期其肉质根 SOD 比活变化 ( $\bar{X} \pm SD$ )  
Table 2 Change of SOD specific activity (Unit  $mg^{-1}$  protein) in different varieties of radish roots during vegetative growth period

品种 Variety	叶龄 Leaf age (d)				
	20	40	60	80	100
心里美	80.25 $\pm$ 1.91	146.28 $\pm$ 2.12	113.61 $\pm$ 2.33	51.73 $\pm$ 1.24	12.87 $\pm$ 0.12
501	76.54 $\pm$ 2.31	144.25 $\pm$ 1.40	112.11 $\pm$ 4.48	50.73 $\pm$ 0.45	—
丰光	75.51 $\pm$ 2.16	101.25 $\pm$ 1.16	98.52 $\pm$ 0.64	47.61 $\pm$ 0.70	11.22 $\pm$ 0.32
地黄英	71.90 $\pm$ 2.13	99.26 $\pm$ 1.17	96.35 $\pm$ 2.24	42.87 $\pm$ 0.39	9.50 $\pm$ 0.11

表 3 不同品种萝卜营养生长期其叶片的 SOD 活性变化 ( $\bar{X} \pm SD$ )  
Table 3 Change of SOD activity (Unit  $g^{-1}$  FW) in different varieties of radish leaves during vegetative growth period

品种 Variety	叶龄 Leaf age (d)				
	20	40	60	80	100
心里美	45.47 $\pm$ 0.42	166.71 $\pm$ 0.55	105.84 $\pm$ 2.29	52.94 $\pm$ 0.71	33.32 $\pm$ 0.82
501	40.31 $\pm$ 0.71	116.43 $\pm$ 3.36	91.92 $\pm$ 0.20	49.74 $\pm$ 0.28	—
丰光	36.57 $\pm$ 1.39	115.84 $\pm$ 0.82	71.98 $\pm$ 0.28	27.84 $\pm$ 0.14	14.89 $\pm$ 0.34
地黄英	36.41 $\pm$ 1.65	91.33 $\pm$ 1.54	68.89 $\pm$ 1.07	24.32 $\pm$ 0.19	12.28 $\pm$ 0.14

表 4 不同品种萝卜营养生长期其叶片的 SOD 比活变化 ( $\bar{X} \pm SD$ )  
Table 4 Change of SOD specific activity (Unit  $mg^{-1}$  protein) in different varieties of radish leaves during vegetative growth period

品种 Variety	叶龄 Leaf age (d)				
	20	40	60	80	100
心里美	15.73 $\pm$ 0.31	50.66 $\pm$ 0.51	25.83 $\pm$ 0.21	13.40 $\pm$ 0.52	4.97 $\pm$ 0.21
501	13.17 $\pm$ 0.62	36.34 $\pm$ 1.37	23.01 $\pm$ 0.16	6.33 $\pm$ 0.15	—
丰光	12.35 $\pm$ 1.11	26.17 $\pm$ 0.74	22.97 $\pm$ 0.21	2.17 $\pm$ 0.30	0.97 $\pm$ 0.02
地黄英	11.96 $\pm$ 0.97	25.96 $\pm$ 0.57	19.63 $\pm$ 0.91	2.08 $\pm$ 0.19	0.91 $\pm$ 0.03

表 5 不同品种萝卜营养生长期其叶片的丙二醛含量变化 ( $\bar{X} \pm SD$ )  
Table 5 Change of MDA content (nM  $g^{-1}$  FW) in different varieties of radish leaves during vegetative growth period

品种 Variety	叶龄 Leaf age (d)				
	20	40	60	80	100
心里美	35.39 $\pm$ 0.69	36.54 $\pm$ 1.15	44.36 $\pm$ 0.15	60.76 $\pm$ 1.01	81.70 $\pm$ 1.46
501	36.56 $\pm$ 0.81	38.64 $\pm$ 0.84	48.94 $\pm$ 0.47	65.49 $\pm$ 0.99	—
丰光	37.51 $\pm$ 0.54	40.62 $\pm$ 1.58	50.16 $\pm$ 0.56	69.95 $\pm$ 0.47	92.30 $\pm$ 1.01
地黄英	37.98 $\pm$ 0.53	41.05 $\pm$ 1.76	55.11 $\pm$ 0.47	70.33 $\pm$ 1.36	96.01 $\pm$ 0.91

## 2.2 不同品种萝卜营养生长期其叶片的丙二醛含量变化

不同品种间 MDA 含量存在差异,地黄英品种 MDA 含量最高,心里美品种 MDA 含量最低,这与 SOD 活性相反。同一品种在不同营养生长期 MDA 含量有较大差异,叶片展开后 40 d 内 MDA 含量缓慢上升,此后 MDA 含量明显提高,尤其叶龄达 80 d 以后,MDA 含量迅速提高(表 5)。

## 3 讨 论

氧对需氧生物来说具有两重性:有机体依赖氧去获取能量和维持生命;氧对其又会有毒害。氧的毒性不是由于分子氧本身的反应能力,而是由氧形成的性质活泼的活性氧如  $O_2^-$ 、 $H_2O_2$ 、 $\cdot OH$  和  $^1O_2$  等对机体的毒害。植物细胞能通过多种途径如分子氧单电子还原过程、某些酶催化过程和某些生物物质自动氧化过程产生大量的活性氧自由基。试验表明活性氧及其诱发的脂过氧化产物 MDA 对膜和许多生物功能分子均有破坏作用<sup>[4-7]</sup>。 $O_2^-$  是机体中活性氧代谢时产生的第一个毒性氧自由基, SOD 通过歧化反应降解  $O_2^-$ , 从而阻断毒性更强的活性氧自由基的产生,对机体起到防护作用。本文显示,不同品种及同一品种不同营养生长期萝卜肉质根和叶片的 SOD 活性均存在差异, SOD 活性低的萝卜品种其丙二醛含量高, SOD 活性在营养生长期的中期高,在后期低,而丙二醛含量则相反。以上结果可以这样认为, SOD 活性的提高有利于体内氧自由基的清除,因而降低因氧自由基导致的膜脂过氧化作用, SOD 活性低时,削弱了体内氧自由基清除酶系统,因而出现由过多氧自由基积累而造成的膜脂过氧化作用加强、体内积累膜脂过氧化产物 MDA。萝卜叶片叶龄为 40 d 以后,出现 MDA 含量的增加和 SOD 活性降低,尤其是叶龄为 80 d 以后, SOD 活性降低加速, MDA 含量提高加快。说明萝卜叶龄达 40 d 时开始趋于衰老, 80 d 以后衰老加快,活性氧伤害可能是引起其衰老的原因之一。

## 参考文献:

- [1] 邓碧玉. 改良的连苯三酚自氧化测定 SOD 活性的方法 [J]. 生物化学与生物物理进展, 1991, 18 (2): 163
- [2] Bradford MM. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein dye binding [J]. *Anal Biochemistry*, 1976, 72: 248~254
- [3] Heath RL, Parker L. Photoperoxidation in isolated chloroplasts. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation [J]. *Arch Biophys*, 1968, 25: 189~195
- [4] 郑荣良. 氧的毒性 [J]. 生物化学与生物物理进展, 1984, 11 (1): 9~11
- [5] 莫 简. 活性氧及其生物学作用 [J]. 生物化学与生物物理进展, 1981, 8 (2): 23~29
- [6] 曹锡清. 脂质过氧化对细胞与机体的作用 [J]. 生物化学与生物物理进展, 1986, 13 (2): 17~23
- [7] Dbindsa RS. Inhibition of protein synthesis by products of lipid peroxidation [J]. *Photochemistry*, 1982, 2: 309~313